

鳴瀬川流域の土構造物を対象とした耐震性評価における想定地震に関する一考察

大阪大学大学院工学研究科 正 会 員 ○秦 吉弥

大阪大学大学院工学研究科 フェロー会員 常田賢一

1. はじめに

鳴瀬川堤防は、①1962年4月30日に発生した宮城県北部を震源とする気象庁マグニチュード 6.5 の地震(以後、1962年宮城県北部の地震<sup>1)</sup>と呼ぶ)、②1978年宮城県沖地震、③2003年7月26日に発生した宮城県北部を震源とする気象庁マグニチュード 6.4 の地震(以後、2003年宮城県北部の地震と呼ぶ)、④2011年東北地方太平洋沖地震による強震動の作用による被災が報告されているだけでなく、著者らによるヒアリング調査の結果等によれば、1900年5月12日に発生した宮城県北部を震源とする気象庁マグニチュード 6.5<sup>2)</sup>の地震(以後、1900年宮城県北部の地震<sup>2)</sup>と呼ぶ：図-1 参照)による被災もあったと推察できる。これまで著者ら<sup>3),4)</sup>は、①2003年宮城県北部の地震、②1978年宮城県沖地震、③2003年宮城県北部の地震、④2011年東北地方太平洋沖地震による鳴瀬川堤防付近の地震動を評価しているが、1900年宮城県北部の地震を対象とはしていない。そこで本稿では、鳴瀬川堤防左岸 19.5k 付近において臨時地震観測を実施し、得られた地震観測記録と疑似点震源モデル<sup>5)</sup>の組合せに基づいて、1900年宮城県北部の地震における鳴瀬川流域における臨時地震観測点(鳴瀬川堤防左岸 19.5k 付近：図-1 参照)に作用した強震動を試算した結果について報告する。

2. 疑似点震源モデルの構築

疑似点震源モデル<sup>5)</sup>は、従来の特性化震源モデルよりも更に単純化された震源モデルであり、サブイベントの破壊に起因する震源スペクトルはオメガスクエアモデル<sup>6)</sup>に従うと仮定する。これに伝播経路特性<sup>7),8)</sup>とサイト増幅特性(図-2 参照)<sup>3)</sup>を乗じることにより、臨時地震観測点(図-1 参照)での地震動のフーリエ振幅を評価した。評価したフーリエ振幅と、図-3 に示す臨時地震観測点で得られた中小地震記録(2014/10/23 22:21 宮城県北部の地震(M<sub>J</sub>3.7)；図-1における Moderate EQ-2 参照)のフーリエ位相を組み合わせて、因果性を考慮したフーリエ逆変換<sup>9)</sup>を実施することにより強震波形を計算した。図-4 は、2003年宮城県北部の地震による JMA 涌谷(図-1 参照)での観測波と、観測波のフーリエ位相を余震記録(2003/07/26 10:22 宮城県北部の地震(M<sub>J</sub>4.8)；図-1における Moderate EQ-1 参照)に置き換えた波形を比較したものである。図-4 に示すように観測波と置換波は良い一致を示しており、強震動推定手法の適用性が示唆される。

疑似点震源モデルにおける入力パラメータは、サブイベント一つあたり、位置情報(緯度・経度・深さ)、破壊時刻、地震モーメント  $M_0$ 、コーナー周波数  $f_c$  である。本稿では、サブイベントの位置情報として、1900年宮城県北部地震の震源<sup>2)</sup>を採用した。一方で、サブイベントの地震モーメント  $M_0$  は、2003年宮城県北部の地震の特性化震源モデル

<sup>3)</sup>における地震モーメントの最大値を採用した。コーナー周波数  $f_c$  は、2003年宮城県北部の地震の特性化震源モデル<sup>3)</sup>におけるせん断波速度とアスペリティの面積から Brune の式<sup>10),11)</sup>を用いて算定した(表-1 参照)。

3. 強震動の評価

図-5 および図-6 に 1900年宮城県北部の地震による臨時地震観測点(鳴瀬川堤防左岸 19.5k 付近：図-1 参照)での推定地震動の加速度波形および速度波形を示す。図-7 は、1900年宮城県北部の地震による推定波と 2011年東北地方太平洋沖地震の推定波による絶対加速度応答スペクトル(減衰定数 5%)を同じ検討対象地点(鳴瀬川堤防左岸 19.5k 付近：図-1 参照)の堤体断面方向について比較したものである。図-7 に示すように、一般に土構造物の地震被災に大きな影響を及ぼすやや短周期帯域において、2011年東北地方太平洋沖地震の推定波のほうが大きくなっている。

4. まとめ

図-7 より得られた知見や先行研究による成果<sup>3),4)</sup>などを踏まえれば、今後、鳴瀬川堤防の耐震性評価の際に考慮すべき想定地震としては、②1978年宮城県沖地震、③2003年宮城県北部の地震、④2011年東北地方太平洋沖地震の3地震で十分である可能性が高いと考えられる。

謝辞：気象庁 JMA による地震観測記録を利用しました。(一財)国土技術研究センター第 16 回研究開発助成の一部を使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 武村雅之：1900年および1962年宮城県北部地震の被害データと震度分布、歴史地震、第20号、pp.201-221, 2005.
- 2) 武村雅之：1900年宮城県北部地震のマグニチュードと震源位置の再評価—1962年および2003年の地震との関連性—、地震第2輯、第58巻、pp.41-53, 2005.

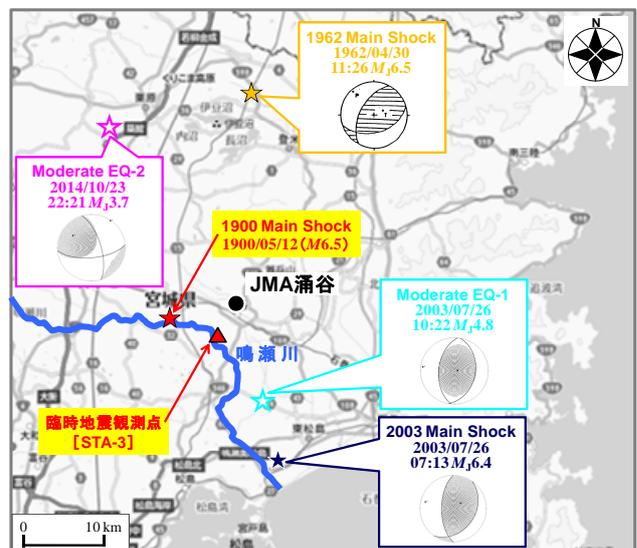


図-1 鳴瀬川流域周辺における宮城県北部の歴史地震<sup>1),2)</sup>

- 3) 秦吉弥, 酒井久和, 野津厚, 一井康二, 丸山喜久, 角田光法: 経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動推定手法に基づく既往の大規模地震における鳴瀬川堤防沿いでの強震動の評価, 第 32 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集, Paper No.2-240, 2012.
- 4) 秦吉弥, 酒井久和, 一井康二: 宮城県北部を震源とする歴史地震による鳴瀬川流域での強震動の評価, 第 50 回地盤工学研究発表会講演概要集, 2015 (in press).
- 5) Hata, Y. and Nozu, A.: Pseudo point-source models for shallow crustal earthquakes in Japan, *Proc. of the 2nd European Conference on Earthquake Eng. and Seismology*, Paper No.630, 2014.
- 6) Aki, K.: Scaling law of seismic spectrum, *Journal of Geophysical Research*, Vol.72, pp.1217-1231, 1967.
- 7) Boore, D. M.: Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.73, No.6A, pp.1865-1894, 1983.
- 8) 佐藤智美, 巽誉樹: 全国の強震記録に基づく内陸地震と海溝性地震の震源・伝播・サイト特性, 日本建築学会構造系論文集, No.556, pp.15-24, 2002.
- 9) 野津厚, 長尾毅, 山田雅行: 経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法の改良-因果性を満足する地震波の生成-, 土木学会論文集 A, Vol.65, No.3, pp.808-813, 2009.
- 10) Brune, J. N.: Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes, *Journal of Geophysical Research*, Vol.75, pp. 4997-5009, 1970.

- 11) Brune, J. N.: Correction, *Journal of Geophysical Research*, Vol.76, pp.5002, 1971.

表-1 1900年宮城県北部地震による疑似点震源モデルパラメータ

	Location			Seismic Moment $M_0$ (Nm)	Corner Frequency (Hz)
	Latitude (deg.)	Longitude (deg.)	Depth (km)		
Subevent	38.533	141.050	15	0.7E+18	0.50

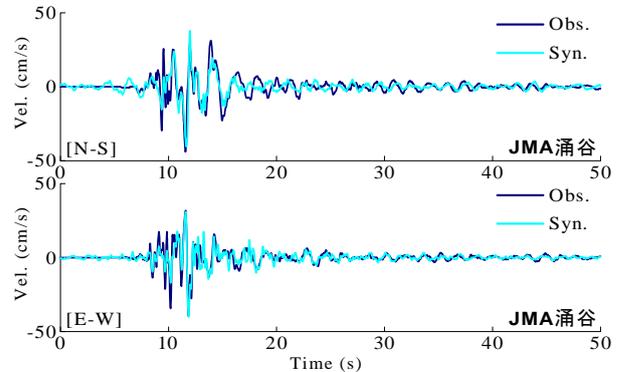


図-4 サイト位相特性の評価(2003年宮城県北部の地震)

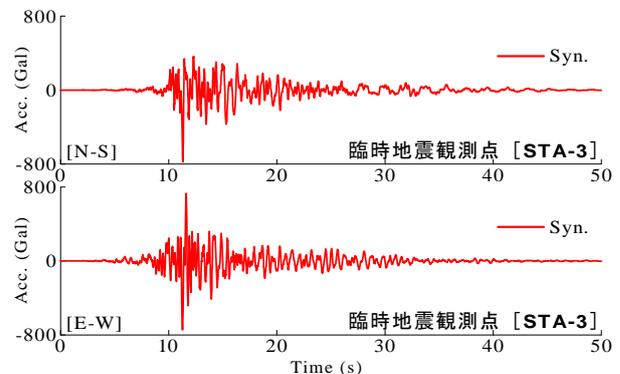


図-5 推定地震動の加速度波形

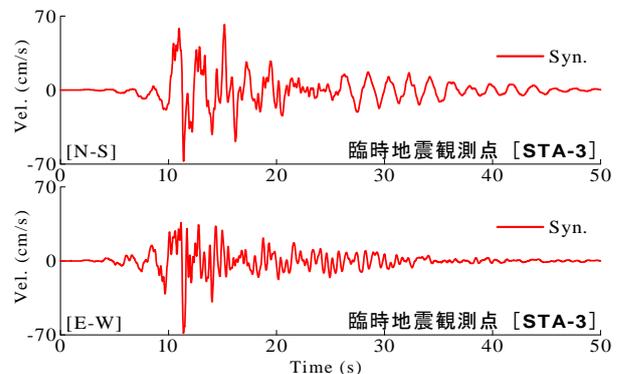


図-6 推定地震動の速度波形

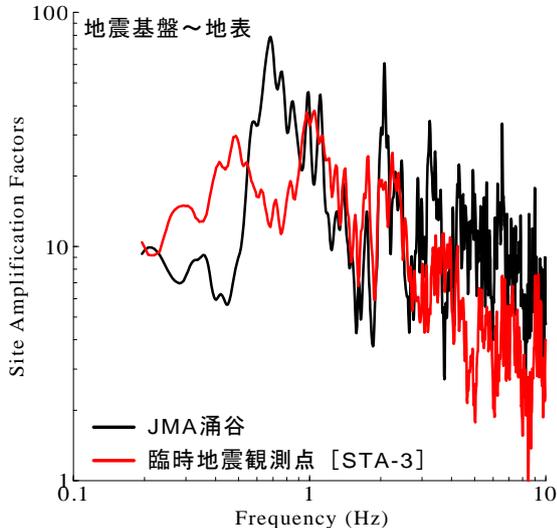


図-2 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較

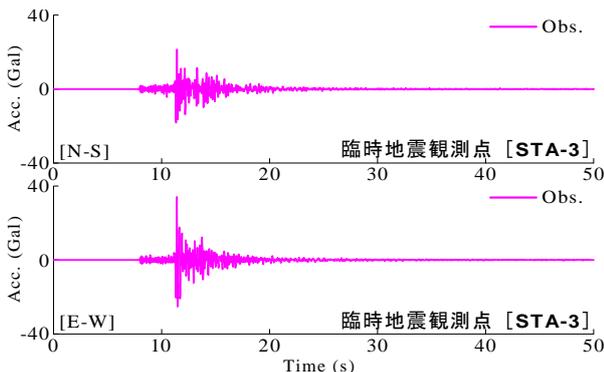


図-3 サイト位相特性の要素地震による観測地震動の加速度波形

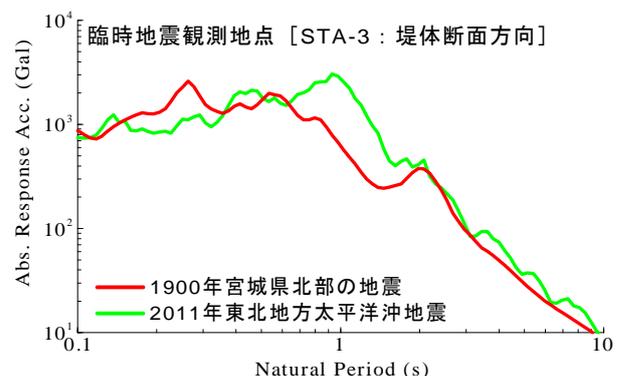


図-7 応答スペクトルの比較による想定地震の選定(やや短周期帯域付近における2011年東北地方太平洋沖地震の強震動の卓越)